



Étude de deux transitions électromagnétiques entre les trois premiers états $J\pi = 2+$ de ^{16}O

F. Brochard, P. Chevallier, D. Disdier, V. Rauch, F. Scheibling

► To cite this version:

F. Brochard, P. Chevallier, D. Disdier, V. Rauch, F. Scheibling. Étude de deux transitions électromagnétiques entre les trois premiers états $J\pi = 2+$ de ^{16}O . Journal de Physique, 1970, 31 (4), pp.255-257. 10.1051/jphys:01970003104025500 . jpa-00206900

HAL Id: jpa-00206900

<https://hal.science/jpa-00206900>

Submitted on 1 Jan 1970

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

ÉTUDE DE DEUX TRANSITIONS ÉLECTROMAGNÉTIQUES ENTRE LES TROIS PREMIERS ÉTATS $J^\pi = 2^+$ DE ^{16}O

par F. BROCHARD, P. CHEVALLIER, D. DISDIER, V. RAUCH et F. SCHEIBLING,
Centre de Recherches Nucléaires, Strasbourg

(Reçu le 4 novembre 1969)

Résumé. — La réaction $^{12}\text{C}(\alpha, \gamma) ^{16}\text{O}$ a été utilisée pour mesurer les transitions

$$9,85 (J^\pi = 2^+) \rightarrow 6,92 \text{ MeV } (2^+) \quad \text{et} \quad 11,52 (2^+) \rightarrow 6,92 \text{ MeV}.$$

Les largeurs partielles correspondantes ont été déduites :

$$\begin{aligned} \Gamma_{(9,85 \rightarrow 6,92 \text{ MeV})} &= (2,2 \pm 0,4) \text{ meV} \\ \Gamma_{(11,52 \rightarrow 6,92 \text{ MeV})} &= (29 \pm 7) \text{ meV}. \end{aligned}$$

Abstract. — Measurements have been made on the transitions : $9,85 (J^\pi = 2^+) \rightarrow 6,92 \text{ MeV } (2^+)$ and $11,52 (2^+) \rightarrow 6,92 \text{ MeV}$ with the aid of the $^{12}\text{C}(\alpha, \gamma) ^{16}\text{O}$ reaction. The deduced partial widths are :

$$\begin{aligned} \Gamma_{(9,85 \rightarrow 6,92 \text{ MeV})} &= (2,2 \pm 0,4) \text{ meV} \\ \Gamma_{(11,52 \rightarrow 6,92 \text{ MeV})} &= (29 \pm 7) \text{ meV}. \end{aligned}$$

Les transitions $11,52 (2^+) \rightarrow 6,06 \text{ MeV } (0^+)$ et $9,85 (2^+) \rightarrow 6,06 \text{ MeV } (0^+)$ ont été récemment étudiées [1], [2]. Brown et Green présentent la première comme critère de leur modèle [3] (transition entre niveaux de bandes rotationnelles différentes) alors que la seconde doit permettre selon Stephenson et Banerjee [4], Federman et Kelson [5] de préciser la nature de l'état intrinsèque 4 trous-4 particules.

Le résultat obtenu pour la transition

$$11,52 \rightarrow 6,06 \text{ MeV}$$

est en très bon accord avec les prédictions de Brown et Green ; celui obtenu pour la transition

$$9,85 \rightarrow 6,06 \text{ MeV}$$

semble en faveur d'une déformation non axiale du niveau 0^+ situé à 6,06 MeV.

Afin de confirmer ces conclusions, nous avons entrepris de mettre en évidence les transitions

$$9,85 \rightarrow 6,92 \text{ MeV } (2^+) \quad \text{et} \quad 11,52 \rightarrow 6,92 \text{ MeV } (2^+).$$

Les deux niveaux ont été alimentés respectivement aux résonances situées à $E_\alpha = 3,58 \text{ MeV}$ et $5,81 \text{ MeV}$ de la réaction $^{12}\text{C}(\alpha, \gamma) ^{16}\text{O}$. Les mesures ont été effectuées à l'aide du faisceau de particules α de l'accélérateur de 5,5 MV du Centre de Recherches Nucléaires de Strasbourg, l'intensité de ce faisceau étant de l'ordre de $10 \mu\text{A}$.

Les cibles de carbone enrichi en ^{12}C (99,935 %) déposés sur un support en or, avaient une épaisseur correspondant à $10 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ pour l'étude du niveau situé à 9,85 MeV et à $100 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ pour l'étude du niveau situé à 11,52 MeV.

Les rayons γ étaient détectés à l'aide de deux cristaux cylindriques NaI (Tl) de $10,2 \times 10,2 \text{ cm}$, placés de part et d'autre de la cible à 2 cm l'un de l'autre. Les spectres étaient observés à l'aide d'un analyseur multicanaux biparamétrique de 4 096 canaux dont les portes étaient ouvertes par les impulsions provenant d'un circuit de coïncidences ($2\tau = 50 \text{ ns}$).

La figure 1 montre un histogramme des rayons γ en

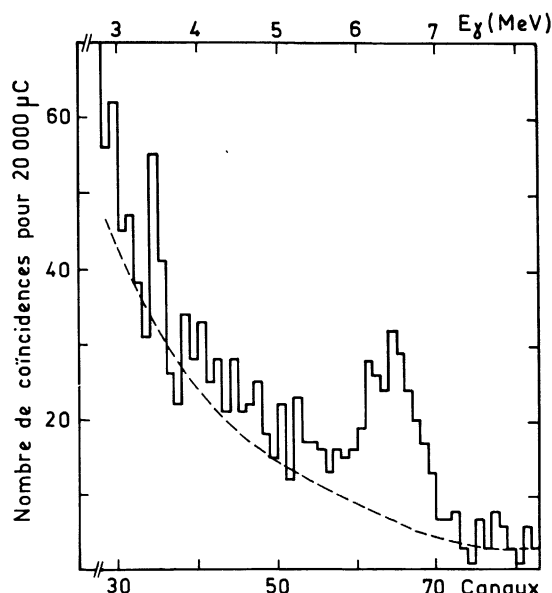


FIG. 1. — Histogramme des rayons γ en coïncidence avec des rayons γ d'énergie comprise entre 2,6 et 3,3 MeV mesuré à la résonance située à $E_\alpha = 3,58 \text{ MeV}$ de la réaction $^{12}\text{C}(\alpha, \gamma) ^{16}\text{O}$ (en pointillé résultat d'une mesure effectuée sous la résonance).

coïncidence avec des rayons γ d'énergie comprise entre 2,6 et 3,3 MeV, mesuré à la résonance située à $E_\alpha = 3,58$ MeV. On observe une raie qui correspond à des rayons γ d'énergie voisine de 6,9 MeV. En pointillé on montre également le résultat d'une mesure faite sous la résonance. L'utilisation d'une diode Ge(Li) de 85 cm^3 de volume sensible a permis d'attribuer la cascade mise en évidence à la transition $9,85 \rightarrow 6,92$ MeV, une limite supérieure étant déduite pour la transition $9,85 \rightarrow 7,12$ MeV (1^-).

On obtient, après correction des effets de distribution et de corrélation angulaire, le rapport d'embranchement :

$$\frac{\Gamma_{(9,85 \rightarrow 6,92)}}{\Gamma_{(9,85 \rightarrow 0)}} = 0,35 \pm 0,07$$

et la limite supérieure :

$$\frac{\Gamma_{(9,85 \rightarrow 7,12)}}{\Gamma_{(9,85 \rightarrow 0)}} \leq 0,07$$

la transition $9,85 \rightarrow 0$ étant mesurée simultanément.

A la résonance située à $E_\alpha = 5,81$ MeV il a été impossible de séparer les contributions des transitions

$$11,52 \rightarrow 6,92 \text{ MeV et } 11,52 \rightarrow 7,12 \text{ MeV}$$

à l'aide d'une diode Ge(Li), étant donné la forte intensité des rayons γ de la transition au niveau fondamental et de 6,13 MeV (ces derniers sont dus à la réaction $\text{C}^{13}(\alpha, n) \text{O}^{16}$). Afin d'obtenir une résolution en énergie suffisante avec les détecteurs NaI utilisés, les fluctuations de gain ont été corrigées à l'aide de deux stabilisateurs de spectres digitaux. A cet effet, le premier canal de chaque voie de l'analyseur biparamétrique enregistre un spectre direct après échantillonnage.

La figure 2 montre deux histogrammes des rayons γ

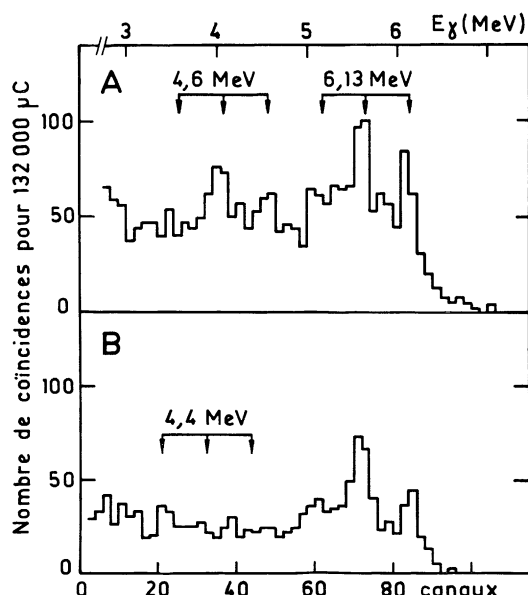


Fig. 2. — Histogramme des rayons γ en coïncidence avec des rayons γ d'énergie comprise entre 6,73 et 6,87 MeV (A) et 7,02 et 7,16 MeV (B) mesuré à la résonance situé à $E_\alpha = 5,81$ MeV de la réaction $^{12}\text{C}(\alpha, \gamma) ^{16}\text{O}$.

en coïncidence avec des rayons γ d'énergie comprise entre 6,73 et 6,87 MeV pour le premier (A) et entre 7,02 et 7,16 MeV pour le deuxième (B).

On remarque les pics correspondant aux rayons γ de 6,13 MeV (dus aux coïncidences $n - \gamma$), et sur le premier, des pics correspondant à des rayons γ de 4,6 MeV. Cette dernière énergie correspond à celle du premier rayon γ de la cascade conduisant au niveau situé à 6,92 MeV.

Toute l'intensité de cette cascade a donc été attribuée à la transition $11,52 \rightarrow 6,92$ MeV, une limite supérieure étant obtenue pour la transition

$$11,52 \rightarrow 7,12 \text{ MeV}.$$

La mesure simultanée des rayons γ_0 de la transition du niveau fondamental permet alors de déduire le rapport d'embranchement :

$$\frac{\Gamma_{(11,52 \rightarrow 6,92)}}{\Gamma_{(11,52 \rightarrow 0)}} = (4,4 \pm 1,1) \times 10^{-2}$$

et la limite supérieure :

$$\frac{\Gamma_{(11,52 \rightarrow 7,12)}}{\Gamma_{(11,52 \rightarrow 0)}} \leq 0,9 \times 10^{-2}.$$

Ces résultats sont corrigés des effets de distribution et de corrélation angulaire.

En utilisant la largeur partielle $\Gamma_{(9,85 \rightarrow 0)} = 6,1$ MeV (valeur moyenne de celles données par [2] et [6]), on peut déduire du rapport d'embranchement mesuré la largeur partielle $\Gamma_{(9,85 \rightarrow 6,92)} = 2,2 \pm 0,4$ MeV, valeur qui est à comparer à celle obtenue par Larson et Spears [6], $\Gamma_{\text{cascade}} = 1,2 \pm 0,4$ MeV.

Dans le tableau I, on compare les résultats relatifs au niveau 9,85 MeV aux valeurs théoriques déduites des travaux de Davydov et Filippov [7] et de Lipas [8].

TABEAU I

Comparaison des résultats expérimentaux aux valeurs théoriques pour le niveau situé à 9,85 MeV

Transition (MeV)	exp.	$B(E_2, e^2 \text{ fm}^4)$	
		Symétrie axiale	Symétrie non axiale
			$\gamma = 23,5^\circ$ $\gamma = 18,5^\circ$
9,85 \rightarrow 6,06	$3,2 \pm 0,8$ [2]	11	2
9,85 \rightarrow 6,92	13 ± 3	16	25
			10

Le résultat expérimental relatif à la transition $9,85 \rightarrow 6,06$ MeV, comme déjà noté, semble indiquer une nature non axiale pour l'état intrinsèque 4 trous-4 particules. La transition $9,85 \rightarrow 6,92$ MeV n'apporte aucune information supplémentaire à ce sujet,

elle peut cependant être utilisée dans l'hypothèse non axiale pour fixer le paramètre de déformation γ

$$(\gamma \sim 20^\circ).$$

On peut déduire du rapport d'embranchement

$$\frac{F_{(11,52 \rightarrow 6,92)}}{F_{(11,52 \rightarrow 0)}}$$

la largeur partielle $F_{(11,52 \rightarrow 6,92)} = (29 \pm 7)$ meV en utilisant la largeur partielle $F_{(11,52 \rightarrow 0)} = 0,65$ eV, valeur moyenne de celle donnée par Larson et Spears [6] et de celle que nous avons déterminée au cours de cette expérience ($F_{(11,52 \rightarrow 0)} = 0,64 \pm 0,08$ eV).

Tous ces résultats relatifs au niveau 11,52 MeV sont comparés aux prédictions théoriques de Brown et Green [3] dans le tableau II.

TABLEAU II

*Comparaison des résultats expérimentaux
aux valeurs théoriques
pour le niveau situé à 11,52 MeV*

Transition (MeV)	$B(E_2, e^2 fm^4)$	
	exp.	théorie
11,52 \rightarrow 0	$4,4 \pm 1,1$	3,3
11,52 \rightarrow 6,06	$7,6 \pm 1,7$ [1]	7,7
11,52 \rightarrow 6,92	17 ± 4	5,7

Ces différentes valeurs théoriques et expérimentales sont dans l'ensemble en bon accord, confirmant l'importance des mélanges de configuration pour les états de parité paire, bien que la dernière mesure détruise l'accord assez exceptionnel obtenu jusqu'à présent entre théorie et expérience pour ce niveau.

Bibliographie

- [1] GORODETZKY (S.) et AL., *Phys. Letters*, 1966, **22**, 505.
- [2] GORODETZKY (S.) et AL., *Phys. Letters*, 1967, **24**, 578.
- [3] BROWN (G. E.) et GREEN (A. M.), *Nucl. Phys.*, 1966, **75**, 401.
- [4] STEPHENSON (G. J.) et BANERJEE (M. K.), *Phys. Letters*, 1967, **24**, 209.
- [5] FEDERMAN (P.) et KELSON (I.), *Phys. Rev. Letters*, 1966, **17**, 1055.
- [6] LARSON (J. D.) et SPEARS (R. H.), *Nucl. Phys.*, 1964, **56**, 497.
- [7] DAVYDOV (A. S.) et FILIPPOV (G. F.), *Nucl. Phys.*, 1958, **8**, 237.
- [8] LIPAS (P. O.), « Rensselaer Polytechnic Institute », Thèse, 1961.